

8

51

Int. Cl. 2:

B 01 D 35/00

19 **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

C 02 C 3/00

DEUTSCHES



PATENTAMT

DE 28 37 017 A 1

11

Offenlegungsschrift 28 37 017

21

Aktenzeichen:

P 28 37 017.4

22

Anmeldetag:

24. 8. 78

43

Offenlegungstag:

6. 3. 80

30

Unionspriorität:

32 33 31

—

54

Bezeichnung:

Verfahren zur Bestimmung des Entwässerungsverhaltens von
Schlämmen

71

Anmelder:

BASF AG, 6700 Ludwigshafen

72

Erfinder:

Sander, Bruno, Dipl.-Chem. Dr., 6700 Ludwigshafen

DE 28 37 017 A 1

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung des Entwässerungsverhaltens
von Schlämmen durch Ermittlung der Filtratmengen in be-
5 bestimmten Zeitintervallen und der Feststoffgehalte in
den Filterkuchen, dadurch gekennzeichnet, daß die
Schlammprobe in einem ersten Meßschritt bis zu 30 Mi-
nuten lang einer Schwerkraftfiltration unterworfen wird
und dieselbe bereits vorentwässerte Schlammprobe in ei-
10 nem zweiten Meßschritt durch Anlegen einer Druckdiffe-
renz weiterhin entwässert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß
die Druckdifferenz durch Anlegen eines Vakuums von
15 400 mbar erzeugt wird und 10 Minuten lang aufrecht er-
halten wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß
die Druckdifferenz durch Anwendung von Preßdrücken von
20 1 bis 10 bar und vorzugsweise von 5 bis 8 bar erzeugt
wird und Preßzeiten von 1 bis 20 Minuten, vorzugsweise
von 2 bis 3 Minuten eingehalten werden.



25

30

35

L363/78 Spr/Rei 18.08.1978

030010/0289

BASF Aktiengesellschaft

O.Z. 0050/033364

Verfahren zur Bestimmung des Entwässerungsverhaltens
von Schlämmen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung des
5 Entwässerungsverhaltens von Schlämmen durch Ermittlung der
Filtratmengen in bestimmten Zeitintervallen und der Fest-
stoffgehalte in den Filterkuchen zu dem Zweck der Auswahl
geeigneter Entwässerungshilfsmittel nach Art und Menge, der
Auswahl einer geeigneten Entwässerungsmaschine und der Vor-
10 aussage der unter technischen Bedingungen erzielbaren Ent-
wässerungseffekte.

Zur Charakterisierung des Entwässerungsverhaltens von Schläm-
men sind verschiedene Möglichkeiten bereits bekannt. So gibt
15 die Bestimmung des spezifischen Filterwiderstandes eines
Klärschlammes Hinweise für seine Entwässerungsfähigkeit in
einer Kammerfilterpresse. Diese Methode ist meistechnisch
und auswertetechnisch kompliziert und zeitaufwendig. Die
erhaltenen Werte können nicht auf andere Entwässerungsmas-
20 schinen wie z.B. Dekanter oder Siebbandpressen übertragen
werden.

Für die Ermittlung der Zugabemengen verschiedener Flockungs-
mittel zur Verbesserung der Filtrierbarkeit von Schlämmen
25 ist eine Labormethode bekannt, bei der die Schlammprobe auf
einem Büchnertrichter aufgegeben und unmittelbar ein Was-
serstrahlvakuum angelegt wird. Als Filtermedium wird

5 Filterpapier benutzt. Aufgrund der pro Zeiteinheit anfallenden Filtratmenge kann das wirksamste Flockungsmittel ermittelt werden. Das Ende des Filtrationsvorganges ist durch den Zusammenbruch des Vakuums infolge Rißbildung im Filterkuchen gegeben. Da viele Schlämme beim Entwässern zur Rißbildung neigen, ist diese Methode nur begrenzt anwendbar.

10 Nach einer anderen Methode zur Bestimmung des Entwässerungsverhaltens von Klärschlämmen wird die kapillare Fließzeit des aus dem Schlamm freigesetzten Schlammfiltrats in einem definierten Filterpapier bestimmt. Bei diesem Meßverfahren handelt es sich um eine indirekte Bestimmungsmethode, da erst Beziehungen zwischen den im Labor ermittelten Kennwerten und den jeweiligen Daten des technischen Betriebes
15 hergestellt werden müssen. Außerdem ist diese Methode nicht allgemein anwendbar, da bei der Zugabe des Flockungsmittels eine Rührerdrehzahl von 1000 U/min empfohlen wird. So werden z.B. geflockte Flotationsbergeschlämme aus dem Steinkohlenbergbau, die sehr gut geflockt und auf Siebbandpres-
20 sen mit gutem Ergebnis entwässert werden können, bei Rührerdrehzahlen von größer als 100 U/min zerstört und die Entwässerungsfähigkeit nachteilig beeinflußt.

25 Zum besseren Verständnis der vorliegenden Erfindung soll noch erwähnt werden, daß die Auswahl einer geeigneten Entwässerungsmaschine, wie z.B. Kammerfilterpresse, Dekanter oder Siebbandpresse, und die Erprobung geeigneter Entwässerungshilfsmittel in den meisten Fällen erst im technischen Maßstab auf diesen technologisch so grundsätzlich verschie-
30 denen Maschinen erfolgen. Ein solches rein empirisches Vorgehen ist zeitraubend und kostenintensiv.

Aufgabe der Erfindung war es demnach, ein Meßverfahren zur Bestimmung des Entwässerungsverhaltens von Schlämmen zu er-
35 arbeiten, bei dem durch bestimmte Maßnahmen eine sichere

Auswahl der geeigneten Entwässerungshilfsmittel (z.B. Flok-
kungsmittel) nach Art und Menge getroffen werden kann, die
vorherige Auswahl der am besten geeigneten Entwässerungs-
maschine ermöglicht wird und Voraussagen über die im tech-
nischen Maßstab erzielbaren Entwässerungseffekte gemacht
werden können. Das erfindungsgemäße Verfahren soll allge-
mein auf möglichst alle Schlämme anwendbar sein und einen
unmittelbaren Bezug zum technischen Entwässerungsvorgang
haben.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß
die Schlammprobe in einem ersten Meßschritt bis zu 30 Mi-
nuten lang einer Schwerkraftfiltration unterworfen wird
und dieselbe bereits vorentwässerte Schlammprobe in einem
zweiten Meßschritt durch Anlegen einer Druckdifferenz wei-
terhin entwässert wird.

Nach einer Ausführungsform der Erfindung wird die Druck-
differenz durch Anlegen eines Vakuums von 400 mbar erzeugt
und dieses Vakuum 10 Minuten lang aufrecht erhalten. Die
anfallende Filtratmenge wird wiederum in bestimmten Zeit-
intervallen bestimmt. Trägt man die in den einzelnen Meß-
schritten anfallende Filtratmengen über die Zeit auf, so
werden Entwässerungskurven erhalten, die das charakteri-
stische Entwässerungsverhalten der jeweiligen Schlämme
wiedergeben.

Nach einer zweiten Ausführungsform der Erfindung wird die
Druckdifferenz durch Anwendung von Preßdrücken von 1 bis
10 bar und vorzugsweise 5 bis 8 bar erzeugt, und Preßzei-
ten von 1 bis 20 Minuten und vorzugsweise von 2 bis 3 Mi-
nuten eingehalten. Die in den Preßkuchen erhalte-
nen Feststoffgehalte geben unmittelbar Auskunft über die
im technischen Maßstab erzielbaren Entwässerungseffekte.

Die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird nachfolgend in einer bevorzugten Ausführung rein beispielsweise beschrieben:

5 Ausführungsform A

1. Probenvorbehandlung

500 ml einer Schlammprobe werden in ein 1 l Becherglas
10 (hohe Form) gegeben und unter Rühren bei einer Drehzahl von
50 U/min. innerhalb von 20 Sekunden mit den Entwässerungs-
hilfsmitteln, z.B. einer frisch zubereiteten 0,1 %-igen
wäßrigen Flockungsmittel-Lösung versetzt. Es wird ein qua-
dratischer Blattrührer (70 mm) mit 6 quadratischen Aus-
15 sparungen (10 mm) verwendet. Die Rührzeit soll 2 Minuten
betragen. Bei Reihenversuchen mit verschiedenen Entwässe-
rungshilfsmitteln sowie bei der unbehandelten Kontrollprobe
(Nullprobe) muß durch Zugabe berechneter Wassermengen dafür
20 gesorgt werden, daß das Gesamtvolumen der Proben und damit
die Konzentration der Schlammfeststoffe konstant ist.

2. Schwerkraftfiltration (Meßschritt I)

Die vorbehandelte Schlammprobe wird auf eine Büchner-
25 Nutsche aus Duranglas mit plangeschliffenem Schlitzsieb
(110 mm Ø) gegeben, auf dem ein Filtergewebe aus Polypro-
pylen-Leinen (110 mm Ø) gelegt wurde. Das ablaufende Fil-
trat wird in einem Meßzylinder (500 ml) aufgefangen. Nach
5, 10, 20 und 30 Minuten wird die Filtratmenge (ml) gemes-
30 sen. Die nach 30 Minuten erhaltene Filtratmenge gibt Auf-
schluß über die Schwerkraft-Entwässerungsfähigkeit eines
Schlammes.

3. Vakuumfiltration (Meßschritt II)

35 Die Büchner-Nutsche mit der vorentwässerten Schlammprobe

5 wird auf eine vakuumfeste Saugflasche (500 ml) aufgesetzt und durch Anlegen eines Vakuums von 400 mbar weiterhin entwässert. Nach jeweils 5 und 10 Minuten wird die Filtratmenge in ml gemessen. Die nach 10 Minuten erhaltene Filtratmenge gibt Aufschluß über die Entwässerungsfähigkeit eines Schlammes beim Anlegen einer Druckdifferenz in einer 2. Entwässerungsstufe.

10 Die Trockenstoff-Gehalte TS (%) der Filterkuchen nach 30 Minuten Schwerkraftfiltration und nach 10 Minuten zusätzlicher Vakuumfiltration werden aus dem gravimetrisch bestimmten Trockenstoff-Gehalt der ursprünglichen Schlammprobe und den erhaltenen Filtratmengen berechnet. Dabei muß
15 die zur Einstellung des Gesamtvolumens erforderlichen Wassermenge berücksichtigt werden. Die Restfeuchte des Filterkuchens kann zusätzlich gravimetrisch bestimmt werden.

Ausführungsform B

20 Die Probenvorbehandlung und der Meßschritt I (Schwerkraftfiltration) erfolgen wie in der Ausführungsform A beschrieben.

Druckfiltration (Meßschritt II)

25 Der vorentwässerte Klärschlamm wird in einer Stempelpresse (Fabrikat: Hubert, Sneek/Holland) einer Druckfiltration in der Dünnschicht unterworfen. Die Preßplatte des Stempels ist quadratisch (Kantenlänge: 220 mm). Die Bodenplatte der
30 Stempelpresse ist als Filterplatte ausgebildet. Auf diese Filterplatte wird ein Filtergewebe aus Polypropylen-Leinen gelegt. Für die seitliche Begrenzung wird noch ein Schaumgummi-Kragen (Höhe: 40 mm) mit einer Aussparung von
145 x 145 mm aufgesetzt. Hierdurch wird der Schlamm am seit-

35

lichen Austreten gehindert. In dieser Aus-
sparung wird der vorentwässerte Schlamm gleichmäßig verteilt.
Danach wird der Stempel der Presse langsam nach unten ge-
führt. Der Preßdruck wird allmählich innerhalb von 1 bis
5 3 Minuten bis auf 10 bar gesteigert. Der Enddruck von 10 bar
wird 2 Minuten lang aufrecht gehalten. Das freigesetzte
Wasser läuft durch das Filtertuch nach unten und seitlich
durch den Schaumgummi-Kragen ab. Der erhaltene Preßkuchen
wird vermessen und analysiert. Die Schichtdicken der Preß-
10 kuchen liegen je nach Schlammart und Feststoffkonzentration
der Schlämme zwischen 2 und 5 mm. Die Restfeuchte der Preß-
kuchen wird gravimetrisch bestimmt. Mit diesen Ausführungs-
formen der Erfindung kann das Entwässerungsverhalten der
meisten Schlämme ausreichend beschrieben und es können die
15 gestellten Aufgaben gelöst werden.

In Sonderfällen kann das erfindungsgemäße Verfahren abge-
wandelt werden: Bei der Probenvorbehandlung können die
Rührer-Drehzahlen bis auf 100 U/min gesteigert werden.
20 Höhere Drehzahlen sollten jedoch vermieden werden, sofern
es sich nicht um mechanisch besonders stabile Schlämme
handelt. Anstelle des Blattrührers kann z.B. auch ein Bal-
ken- oder ein Gitterrührer eingesetzt werden. Die Vermi-
schung der Schlammproben mit den Entwässerungshilfsmitteln
25 kann auch in einem 1 l-Mischzylinder durch z.B. zehnmali-
ges Umstürzen innerhalb von 30 Sekunden erfolgen. Diese
Methode eignet sich besonders bei mechanisch instabilen
Schlämmen. Unabhängig von der Art der Probenvorbehandlung
soll eine Kontaktzeit der Schlammprobe und der Entwässe-
30 rungshilfsmittel von mindestens 2 Minuten eingehalten wer-
den, bevor der Meßschritt I begonnen wird.

Bei den Filtrationen wird als Filtermaterial ein Filterge-
webe aus Polypropylen-Leinen mit einem Flächengewicht von
35 290 g/m² (Hersteller: Walraf Textilwerke, Mönchengladbach 2)

verwendet, das den auf Entwässerungsmaschinen eingesetzten Filtergeweben (Bänder, Tücher) sehr ähnlich ist. Bei den bekannten Verfahren werden dagegen, wie eingangs ausgeführt, definierte Filterpapiere benutzt. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren können demnach auch verschiedene technische Filtergewebe auf ihre Brauchbarkeit geprüft werden. Hierbei kann neben dem Filtratanfall auch ein eventueller Feststoff-Durchschlag ermittelt werden. Ebenso können Hinweise über das Ablöseverhalten der Filterkuchen vom Filtergewebe erhalten werden.

Die Filterplatten der verwendeten Büchner-Nutschen aus Glas sollen plangeschliffen sein, damit das Filtergewebe eng aufliegt. Bei den üblichen Büchnernutschen aus Porzellan stören die Wölbungen der gelochten Filterplatte.

Zur Erzeugung des Vakuums kann eine Wasserstrahlpumpe oder eine Drehschieberpumpe (z.B. der Firma Leybold-Heraeus) verwendet werden. Die Reduzierung des Vakuums auf 400 mbar geschieht auf die übliche Weise. Das geringe Vakuum wird angewandt, damit keine Rißbildung erfolgt und möglichst viele Schlämme der Messung zugänglich werden. Auf diese Weise kann der Filtratanfall nach bestimmten Zeitintervallen ermittelt und es können grafisch echte Funktionen dargestellt werden.

Für die Durchführung der Druckfiltration (Ausführungsform B, Meßschritt II) können auch andere Stempelpressen eingesetzt werden, mit denen die erfindungsgemäßen Preßbedingungen eingehalten werden können.

Die Preßdrücke und Preßzeiten können innerhalb weiter Grenzen schwanken und den Betriebsbedingungen spezieller Entwässerungsmaschinen angepaßt werden. So können z.B. für eine Siebbandpresse vom Langzeittyp, bei der relativ geringe

reale Preßdrücke von z.B. 0,8 bis 1,2 bar und lange Preßzeiten bis zu 20 Minuten angewandt werden, die entsprechenden Preßbedingungen nachgestellt werden. Dies gilt gleichermaßen auch für eine Siebbandpresse vom Kurzzeittyp, bei
5 der relativ hohe reale Preßdrücke bis 5 bar und kurze Preßzeiten von 2,5 bis 4 Minuten üblich sind.

Für die Beschreibung des Entwässerungsverhaltens von Schlämmen haben sich jedoch für die Druckfiltration folgende Preßbedingungen bewährt: Anwendung eines Preßdruckes
10 von 10 bar (pneumatischen Druck des Druckluftzylinders, entsprechend einem realen Preßdruck auf das Preßgut von 8 bar) und einer Preßzeit von 2 Minuten.

Als Entwässerungshilfsmittel werden synthetische, organische Flockungsmittel, die sogen. Polyelektrolyte eingesetzt. Diese werden in Form ihrer 0,05 bis 1,0 und bevorzugt 0,1 bis 0,3 prozentigen wäßrigen Lösungen verwendet. Ferner können wäßrige Lösungen anorganischer Entwässerungshilfsmittel
20 wie z.B. der Eisen- und Aluminiumsalze eingesetzt werden. In den meisten Fällen wird zusätzlich noch Kalkmilch zugesetzt, damit eine Flockung, Fällung oder Kollektorfällung der Schlammfeststoffe und der Schlammtrübstoffe (kolloidale Bestandteile) bewirkt wird. Selbstverständlich können den
25 Schlämmen auch verschiedene Zusätze wie z.B. feinteilige Kohle, Asche, Bentonit, Sägemehl, Steinmehl, Dolomit usw. zugeschlagen werden.

Ein besonderer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, daß außer der Entwässerungsfähigkeit eines
30 Schlammes bei Schwerkraftfiltration insbesondere auch das Entwässerungsverhalten beim Anlegen einer Druckdifferenz in einem zweiten Verfahrensschritt bestimmt wird. Auf diese Weise werden häufig auftretende Fehlbeurteilungen vermieden.
35 Es gibt Entwässerungshilfsmittel oder Entwässerungshilfs-

- mittel-Kombinationen, die zwar eine gute Schwerkraft-Entwässerungsfähigkeit hervorrufen, jedoch beim Anlegen einer Druckdifferenz einen nur mittelmäßigen Entwässerungseffekt liefern. Auch das umgekehrte Entwässerungsverhalten kann
- 5 häufig festgestellt werden. Erst aus der Ermittlung und Darstellung des gesamten Entwässerungsverhaltens kann sicher geschlossen werden, ob eine Entwässerung einstufig unter Druck, z.B. auf einer Kammerfilterpresse, einstufig durch Vakuumfiltration, oder zweistufig durch Schwerkraftfiltration und nachfolgender Druckfiltration, z.B. auf einer
- 10 Siebbandpresse durchgeführt werden soll. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wird also eine umfassende entwässerungstechnische Charakterisierung eines Schlammes erreicht.
- 15 Ein wirtschaftlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht weiterhin darin, daß die Optimierung der zu verwendenden Entwässerungshilfsmittel je nach der beabsichtigten Art der technischen Entwässerung stoffspezifisch und unabhängig von der besonderen Ausführungsform einer Maschine (Fabrikat) bereits in dem kostengünstigeren
- 20 Labormaßstab vorgenommen werden kann. Aufwendige Untersuchungen auf verschiedenartigen Entwässerungsmaschinen unter Anwendung verschiedener Entwässerungshilfsmitteln über längere Zeiträume sind nicht mehr erforderlich.
- 25 Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gegeben, daß einerseits die laufende Überwachung der Entwässerungseigenschaften eines Schlammes unabhängig von einer vorgegebenen Entwässerungsmaschine erfolgen kann und andererseits auch die technische Funktionsfähigkeit
- 30 einer Entwässerungsmaschine und deren Verfahrensparameter überprüft werden können.
- Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Beispielen näher
- 35 erläutert. Die dort angegebenen Prozentzahlen sind immer Gew.%,

. 11 .

Beispiel 1

Der Überschußschlamm einer biologischen Kläranlage eines pharmazeutischen Unternehmens mit einem Feststoffgehalt von 5,0 % und einem Gehalt an organischen Bestandteilen im Feststoff von 44,5 % wurde mit den verschiedensten organischen Flockungsmitteln behandelt und danach das Entwässerungsverhalten nach Ausführungsform A bestimmt. In diesem Fall lieferten kationische Flockungsmittel die günstigsten Entwässerungsergebnisse und wurden für die weitere Untersuchung ausgewählt.

Das Entwässerungsverhalten und die erzielten Ergebnisse der mit den kationischen Flockungsmitteln Sedipur^R CF 900, CF 501 und CF 400 behandelten Proben sowie der unbehandelten Probe sind in Figur 1 dargestellt. Bereits nach 5-minütiger Schwerkraftfiltration können mit dem wirksamsten Flockungsmittel ca. 76 % des durch die Flockreaktion verfügbar gewordenen Wassers abgetrennt werden. Durch Anlegen einer Druckdifferenz wurde eine weitere Steigerung der Feststoffgehalte in den Filterkuchen erreicht, vgl. die Zahlenangaben bei den Kurven nach 30 Minuten und nach 40 Minuten Entwässerungsdauer.

Zur Optimierung der erforderlichen Flockungsmittelmenge wurde nach der Ausführungsform B verfahren. Die erhaltenen Ergebnisse gehen aus Figur 2 hervor. Nach den erhaltenen Ergebnissen mit verschiedenen Flockungsmittelmenen muß eine zweistufige Entwässerung in der Dünnschicht, die z.B. auf einer Siebbandpresse ausgeführt werden kann, unter Anwendung von 300 ppm (= 300 g/m³ Schlamm bei 5 % Feststoffgehalt) des Flockungsmittels Sedipur^R CF 900 empfohlen werden.

35

Beispiel 2

- Die nachfolgenden Untersuchungen wurden an einem Vorklär-
schlamm durchgeführt, der in der Vorklärstufe einer Klär-
anlage eines chemischen Unternehmens durch Sedimentation
erhalten worden ist. Der Schlamm besaß einen Feststoffge-
halt von 2,9 % und der Anteil an organischen Bestandteilen
der Schlammfeststoffe betrug 50,0 %.
- Die Auswahl des wirksamsten Flockungsmittels und der opti-
malen Menge erfolgte nach der Ausführungsform A. Ein an-
ionisches Flockungsmittel (Sedipur^R AF 400) erwies sich als
das günstigste Flockungsmittel in einer Menge von 100 ppm
(g/m³ Schlamm).
- Zum Vergleich wurde einer Schlammprobe von 500 ml auch üb-
liche anorganische Entwässerungshilfsmittel zugesetzt. Bei
der Probenvorbehandlung wurden nach dem Prinzip der Drei-
fachkonditionierung 5,8 g Klärschlammasche, 2,9 g FeSO₄ in
Form einer 20 %igen wäßrigen Lösung und 5,8 g Ca(OH)₂ in
Form einer 20 %igen wäßrigen Suspension (Kalkmilch) in der
angegebenen Reihenfolge zugesetzt. Die Rührer-Drehzahl
mußte auf 200 U/min erhöht werden. Die Rührzeit betrug nach
Zugabe der Kalkmilch-Suspension 2 Minuten.
- Die mit organischen und mit anorganischen Entwässerungs-
hilfsmitteln vorbehandelten Proben sowie eine unbehandelte
wurden der Ausführungsform A unterworfen. Deren Entwässe-
rungsverläufe und die erhaltenen Ergebnisse gehen aus Fi-
gur 3 hervor.
- Bei der mit anorganischen Entwässerungshilfsmitteln be-
handelten Schlammprobe wird die Schwerkraftentwässerungs-
fähigkeit gegenüber der unbehandelten nur unwesentlich ver-
bessert. Die Hauptentwässerung findet erst beim Anlegen

einer Druckdifferenz statt. Die technische Entwässerung sollte in diesem Falle einstufig z.B. in einer Kammerfilterpresse vorgenommen werden. Die in Figur 3 angegebenen Trockenstoffgehalte beziehen sich nur auf den Gehalt an Schlamm-
 5 Trockenstoff. Die Zuschlagstoffe wurden wegen der Vergleichbarkeit nicht berücksichtigt. Ein grundsätzlich andersartiges Entwässerungsverhalten zeigt die mit einem organischen Flockungsmittel behandelte Schlammprobe. Hier können bereits nach 5-minütiger Schwerkraftfiltration 70 %
 10 des Wassers abgetrennt werden. Beim Anlegen einer Druckdifferenz werden dann weit höhere Feststoffgehalte erzielt als bei der Verwendung anorganischer Entwässerungsmittel. In diesem Fall muß eine zweistufige Entwässerung in der Dünnschicht empfohlen werden. Der Vorklärschlamm
 15 wurde demzufolge auf einer Siebbandpresse der Firma Alfa-Laval (Bandbreite: 100 cm) zweistufig entwässert. Die nachfolgende Tabelle 1 enthält einen Vergleich der nach Ausführungsform B des erfindungsgemäßen Verfahrens erhaltenen Daten mit den unter technischen Bedingungen tatsächlich
 20 erzielten Daten:

Tabelle 1

	Labordaten	Maschinendaten
25 Flockungsmittelverbrauch:		
g/m ³	120	132
kg/t TS	2,5	2,6
30 Trockenstoffgehalt der Filterkuchen (%)		
nach		
Schwerkraftfiltration	12,3	12,3
nach		
Druckfiltration	39,8	39,4

Beispiel 3

Ein durch Langzeitbelüftung bei Umgebungstemperatur mineralisierter Schlamm einer Versuchskläranlage eines chemischen Unternehmens wurde mit verschiedenen organischen Flockungsmitteln versetzt und das Entwässerungsverhalten nach den Methoden der Ausführungsform A und B bestimmt. Der Schlamm besaß einen Trockenstoffgehalt von 2,1 %, war feinteilig und durch einen hohen Gehalt an Zellwasser sehr schwer entwässerbar. Das günstigste Entwässerungsergebnis wird in Figur 4 wiedergegeben. Hiernach können bei Flockung mit 300 g Sedipur CF 900/m³ Schlamm nach der Schwerkraftfiltration etwa 7 % und nach der Druckfiltration 19 - 20 % Feststoffgehalt in dem Filterkuchen erwartet werden.

Es wurden 7 verschiedene Fabrikate von Siebbandpressen (= SBP) die in den Verfahrensstufen Schlammvorbehandlung (Flockung), Vorentwässerung (Schwerkraftfiltration) und Pressung (Druckfiltration) technisch relevante Unterschiede aufwiesen, auf ihre Wirksamkeit bei der Entwässerung des mineralisierten Schlamms überprüft. Die erzielten Ergebnisse gehen aus Tabelle 2 hervor.

Nur die SBP 7 zeigte gegenüber dem Labortest einen erhöhten Flockungsmittelverbrauch, was auf eine unzureichende Art der Flockung zurückgeführt wurde. Die Schlammtrockenstoffgehalte gemäß Labortest-Voraussage konnte nach Schwerkraftfiltration von SBP 5 und 7 und nach Druckfiltration von SBP 1 und 5 erreicht werden.

Dieses Beispiel zeigt die Bedeutung des erfindungsgemäßen Verfahrens für die Praxis, sowohl für den Betreiber als auch für den Maschinenbauer.

Tabelle 2

	Flockungsmittel- Verbrauch g/m ³	kg/t TS	Schlamm-trockenstoff-Gehalt (%)		
			Ausgangs- konzentration	nach Schwerkraft- filtration	nach Druck- filtration
Labortest	300	13,6	2,2	7,0	19 - 20
SBP 1	300	15,8	1,9	-	<u>20,4</u>
SBP 2	300	14,3	2,1	6,4	15,0
SBP 3	320	15,2	2,1	5,9	15,7
SBP 4	295	13,4	2,2	6,0	14,8
SBP 5	312	13,6	2,3	<u>6,8</u>	<u>19,2</u>
SBP 6	290	13,2	2,2	3,9	18,0
SBP 7	370	16,8	2,2	<u>6,8</u>	14,5

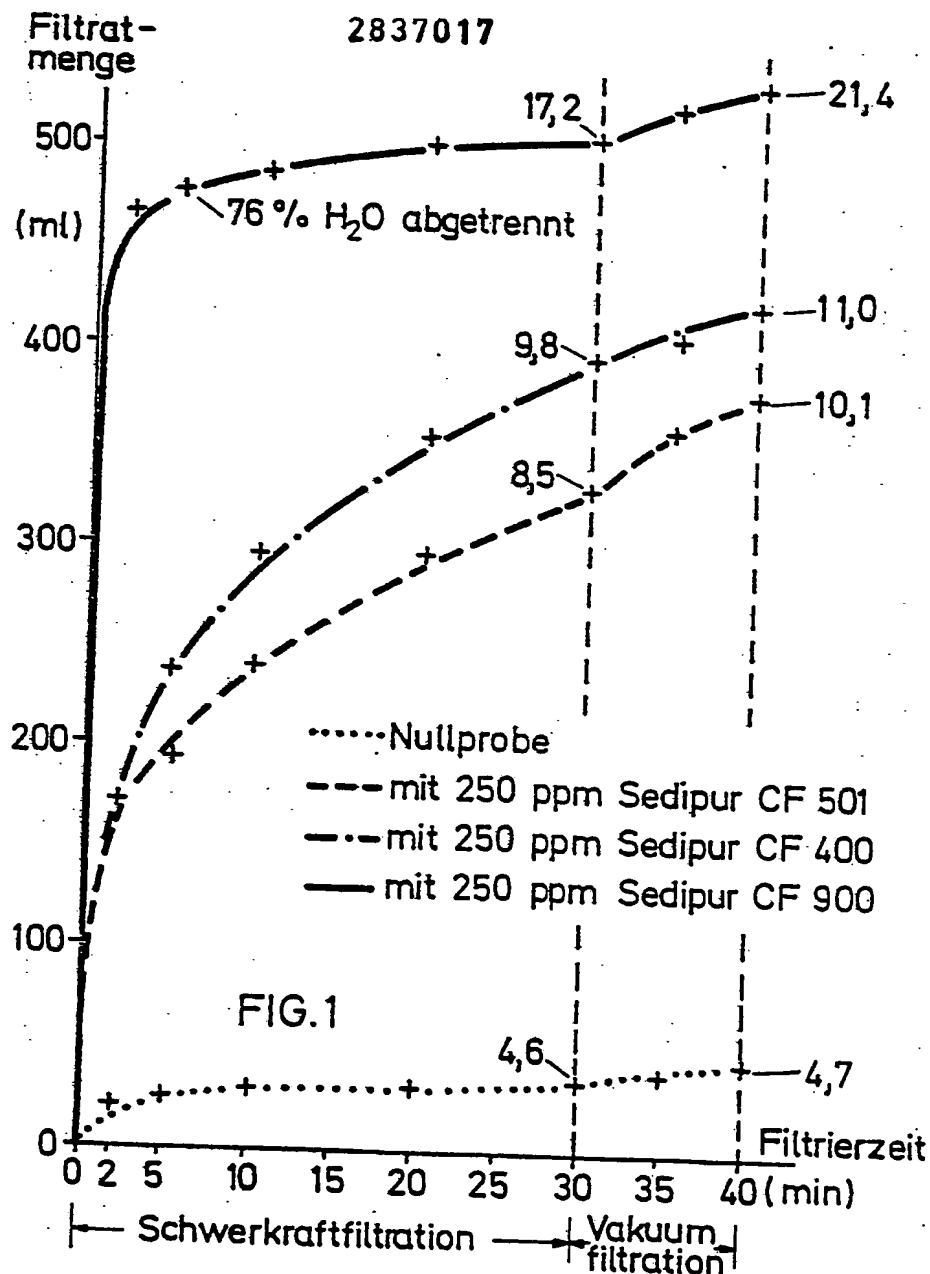
Beispiel 4

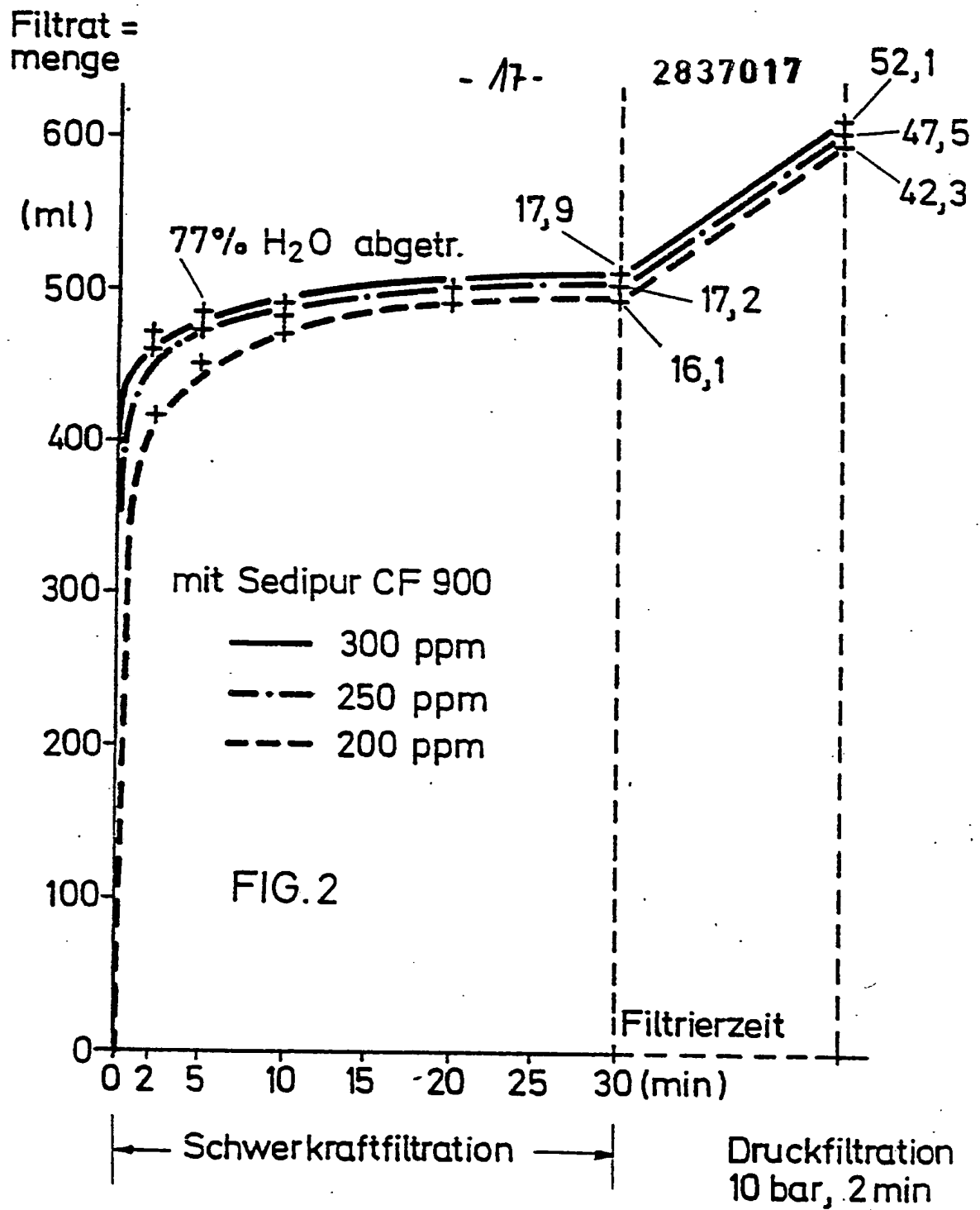
Der Faulschlamm einer kommunalen Kläranlage mit einem Feststoffgehalt von 7,5 % und einem Anteil an organischen Bestandteilen am Schlammfeststoff von 37,9 % sollte maschinell entwässert werden. Die Auswahl eines geeigneten Flockungsmittels erfolgte nach Ausführungsform A und B. Es zeigte sich, daß ein kationisches Flockungsmittel mit 40 %iger kationischer Modifizierung die besten Entwässerungsergebnisse bei der zweistufigen Entwässerung lieferte. Die Ergebnisse zeigt Figur 5. Einen Vergleich der Daten des Labortests nach Ausführungsform B mit den Entwässerungsergebnissen, die mit einer Siebbandpresse der Firma von Roll mit einer Bandbreite von 100 cm erzielt worden sind, zeigt die nachfolgende Tabelle 3.

Tabelle 3

	Labordaten	Maschinendaten
Flockungsmittelverbrauch g/m ³ Schlamm	125	125
Trockenstoffgehalt der Filterkuchen (%)		
nach Schwerkraftfiltration	13,6	13,6
nach Druckfiltration	44,1	43,7

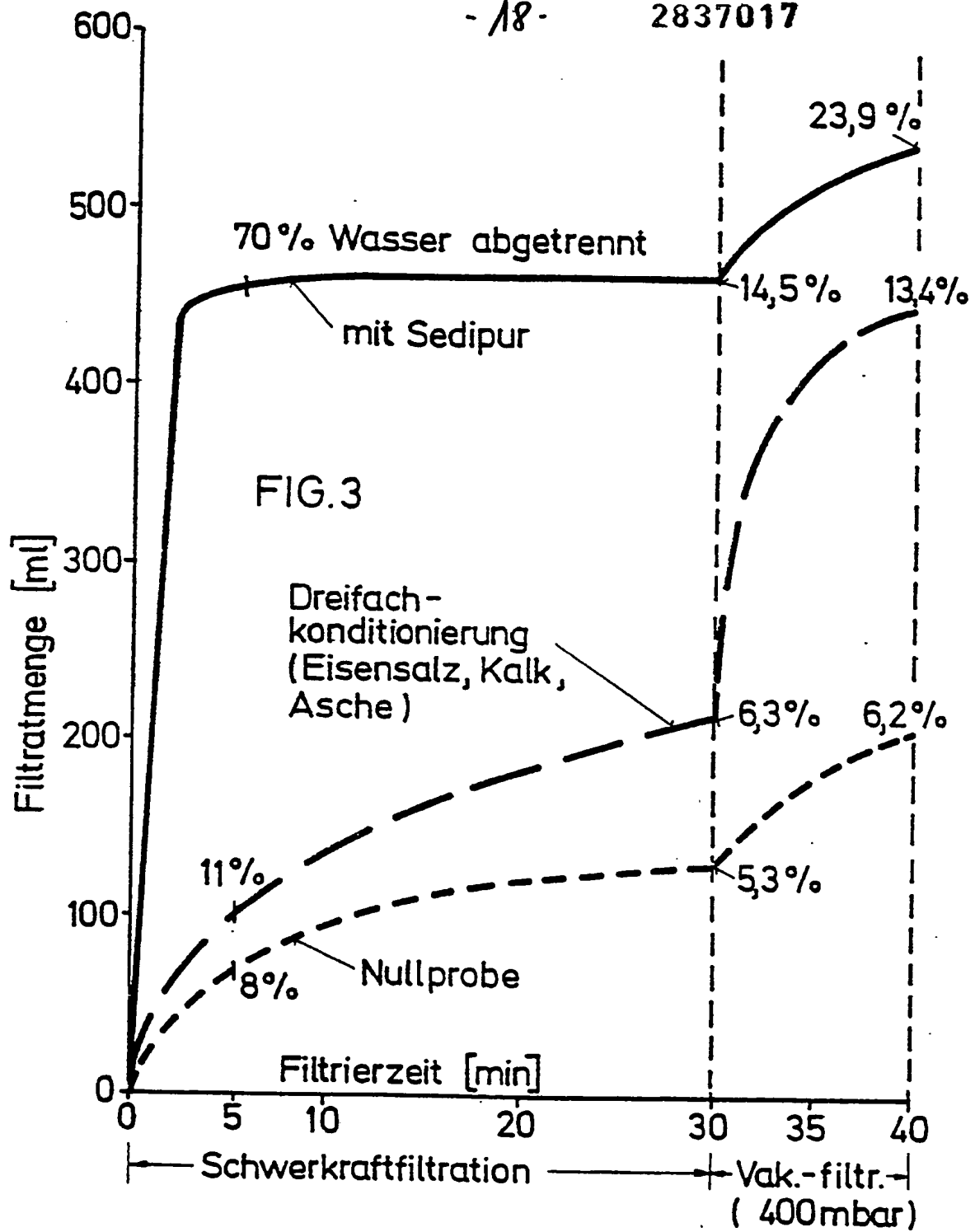
Zeichn.



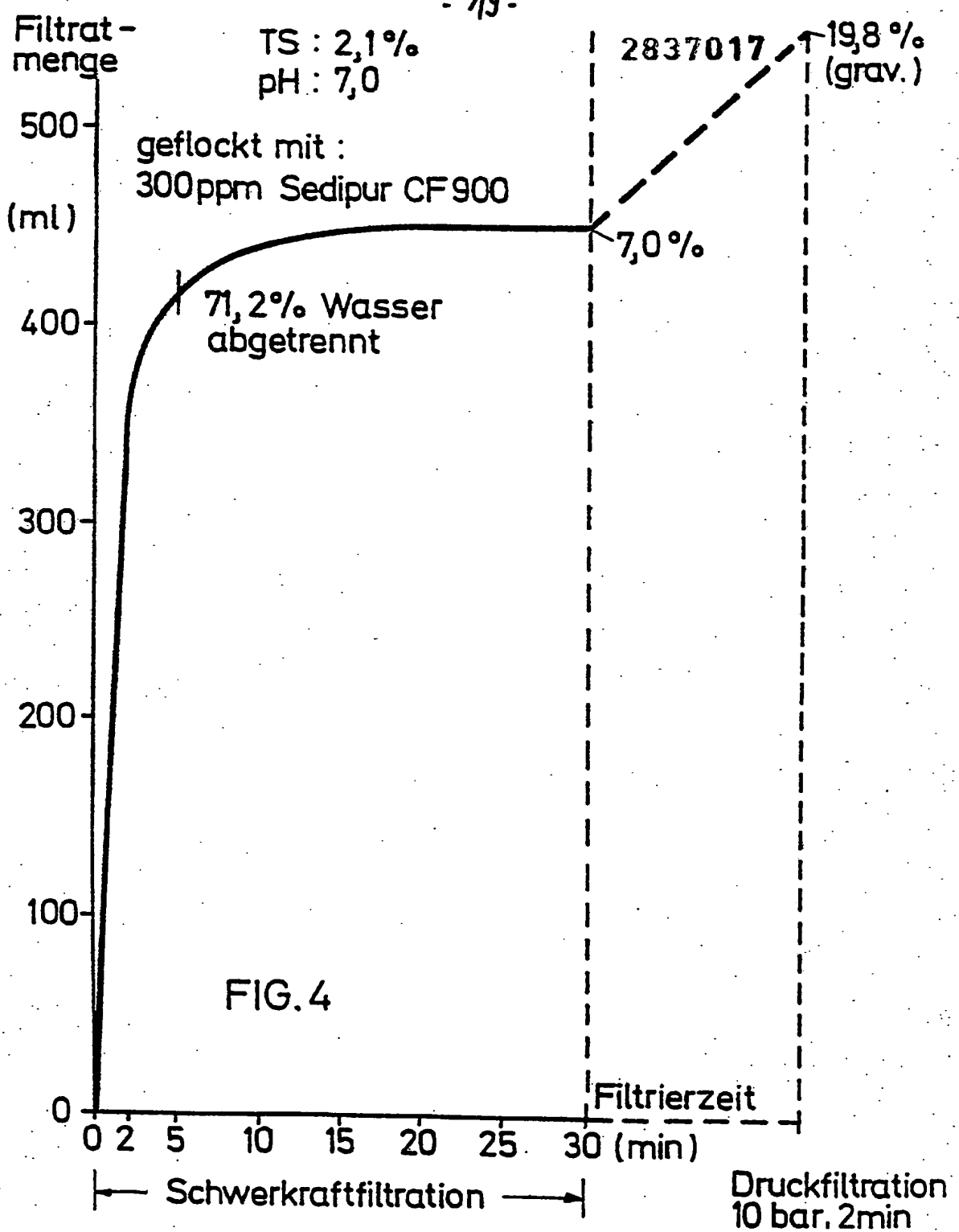


030010/0289

363 / 78



- 19 -



030010/0289

